

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

**APPLICANT(s):** Tetsuhiro Sakamoto et al.      **DOCKET:** 075834.00452  
**SERIAL NO:** Unassigned      **GROUP ART UNIT:** Unassigned  
**FILED:** Herewith      **EXAMINER:** Unassigned  
**INVENTION:** MAGNETO-OPTICAL FILM, AND METHOD OF  
MANUFACTURING AN OPTICAL FILM  
**CUSTOMER NO.** 33448

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

S I R:

Applicants hereby submit a certified copy of Japanese Patent Application Number JP2003-022643 filed January 30, 2003, and hereby claims priority in the attached United States patent application under the provisions of 35 USC §119. Applicants request that the claim for priority to this previously filed patent application be made of record in this application.

Date: 1/27/04

Respectfully submitted,

(Reg. #37,607)

Robert J. Depke  
**HOLLAND & KNIGHT LLC**  
131 South Dearborn Street, 30<sup>th</sup> Floor  
Chicago, Illinois 60603  
Tel: (312) 422-9050  
**Attorney for Applicants**

**CERTIFICATE OF MAILING**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as Express Mail on Jan. 27, 2004 in an envelope addressed to:

**Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450**

  
\_\_\_\_\_  
Attorney for Applicants

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   1 月 3 0 日  
Date of Application:

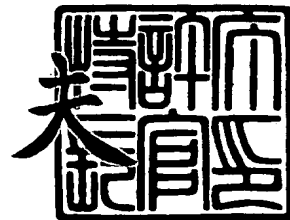
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 2 2 6 4 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 2 2 6 4 3 ]

出   願   人            ソニー株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 0390026502

【提出日】 平成15年 1月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 11/10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 坂本 哲洋

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 宮田 一智

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 太田 輝之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 渡辺 誠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 田中 靖人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 藤田 五郎

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

**【氏名】** 三木 剛

**【発明者】**

**【住所又は居所】** 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

**【氏名】** 藤家 和彦

**【特許出願人】**

**【識別番号】** 000002185

**【氏名又は名称】** ソニー株式会社

**【代理人】**

**【識別番号】** 100122884

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 角田 芳末

**【電話番号】** 03-3343-5821

**【選任した代理人】**

**【識別番号】** 100113516

**【弁理士】**

**【氏名又は名称】** 磯山 弘信

**【電話番号】** 03-3343-5821

**【手数料の表示】**

**【予納台帳番号】** 176420

**【納付金額】** 21,000円

**【提出物件の目録】**

**【物件名】** 明細書 1

**【物件名】** 図面 1

**【物件名】** 要約書 1

**【包括委任状番号】** 0206460

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光磁気記録媒体と信号再生方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 再生光の照射による信号再生が磁壁移動検出によってなされる光記録媒体であって、

再生用レーザ光の入射側から、少なくとも再生層を構成する第 1 の磁性層と、制御層を構成する第 2 の磁性層と、遮断層を構成する第 3 の磁性層と、記録層を構成する第 4 の磁性層とを有し、

上記第 1 の磁性層、第 2 の磁性層、第 3 の磁性層および第 4 の磁性層のそれぞれのキュリー温度を、 $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  および  $T_{c4}$  とするとき、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2},$$

$$T_{c4} > T_{c3}$$

なる関係を満たし、

かつ第 2 の磁性層の磁気異方性を  $K_{u2}$  とし、第 3 の磁性層の磁気異方性を  $K_{u3}$  とするとき、

$$K_{u3} > K_{u2}$$

なる関係を満たす構成とされ、

上記第 1 の磁性層は、その磁壁が、上記再生光の照射スポットの上記光記録媒体に対する走行方向の前方において、上記再生光の照射によって再生光スポットの中心近傍に生じる温度上昇部のピーク部に向かって移動して記録磁区が拡大されると共に、再生光スポットの走行方向の後方において上記第 1 の磁性層の磁壁のスポット方向の移動が抑制され、

上記第 2 の磁性層および上記第 3 の磁性層は、上記第 1 の磁性層と第 4 の磁性層との磁気交換結合を制御することを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項 2】 光磁気記録媒体に対し、再生光の照射による磁壁移動検出による再生信号の検出を行う信号再生方法であって、

上記光磁気記録媒体として、再生用レーザ光の入射側から、少なくとも再生層を構成する第 1 の磁性層と、制御層を構成する第 2 の磁性層と、遮断層を構成する第 3 の磁性層と、記録層を構成する第 4 の磁性層とを有し、

上記第1の磁性層、第2の磁性層、第3の磁性層および第4の磁性層のそれぞれのキュリー温度を、 $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  および  $T_{c4}$  とするとき、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2},$$

$$T_{c4} > T_{c3}$$

なる関係を満たし、

かつ第2の磁性層の磁気異方性を  $K_{u2}$  とし、第3の磁性層の磁気異方性を  $K_{u3}$  とするとき、

$$K_{u3} > K_{u2}$$

なる関係を満たす構成とされ、

上記第1の磁性層は、その磁壁が、上記再生光の照射スポットの上記光記録媒体に対する走行方向の前方において、上記再生光の照射によって再生光スポットの中心近傍に生じる温度上昇部のピーク部に向かって移動して記録磁区が拡大されると共に、再生光スポットの走行方向の後方において上記第1の磁性層の磁壁のスポット方向の移動が抑制され、

上記第2の磁性層および上記第3の磁性層は、上記第1の磁性層と第4の磁性層との磁気交換結合を制御する構成とされた光磁気記録媒体を用いたことを特徴とする信号再生方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、光磁気記録媒体、特に信号再生が磁壁移動検出（DWDD：Domain Wall Displacement Detection）によってなされる光記録媒体に係わる。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

近年の情報のデジタル化により、大容量のデジタルデータを記録でき、しかも単価の安い記録媒体が、市場から強く要求されている。

大容量化のための光記録媒体技術として、光磁気記録信号の再生を磁壁移動検出（DWDD）によって行う光磁気記録媒体は、原理的には、光学系の波長や対物レンズの開口数  $N.A.$  によって決まる再生光の光学的な限界分離能に制限さ



れることがなく、微小記録磁区から大きな再生信号を得ることができ、線記録密度をきわめて大きくできるという特徴を有する。

#### 【0003】

このDWDD媒体の基本構成は、磁性層が、再生光の照射側から再生層を構成する磁性層、遮断層いわゆるスイッチング層を構成する磁性層、記録層を構成する磁性層との3層構造を有し、室温においては、遮断層を介して記録層と再生層とが磁気交換結合した状態にあって、記録層の記録磁区が、再生層に転写された状態にあり、再生光の照射によって生じる昇温によって、遮断層の磁性を消失させることによって、再生層と記録層との磁氣的結合を遮断し、この昇温の温度分布によって再生光スポット内において再生層の記録磁区の拡大を発生させ、記録磁区の微細化、すなわち高密度化によっても高い再生特性を得ることができるようになるものである。

#### 【0004】

しかしながら、このDWDDは、後に詳細に説明する理由から、その検出原理から主信号に加えて、ゴースト信号が発生するという問題があった。

これに対して、ゴースト信号の発生を抑制する光磁気記録媒体と信号再生方法の提案がなされた（特許文献1参照）。

この光磁気記録媒体は、上述した3層構造による磁性層の再生層（ディスプレイメント層）と遮断層（スイッチ層）との間に制御層（磁壁移動の抑制層）を追加した4層構造とするものである。

そして、この場合、遮断層と制御層とは、それぞれのキュリー温度を $T_{c2}$ と $T_{c3}$ とすると、 $T_{c2} > T_{c3}$ とするものである。

この場合、制御層（抑制層）によって、ゴーストの発生の原因となる再生光スポットの後方からの磁壁の移動を抑制するようにして、ゴーストの発生を抑制するものである。

#### 【0005】

#### 【特許文献1】

国際公開番号WO99/39342（第5頁10行～第13頁6行、図1～図18）

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

上述した特許文献1に記載の発明によれば、ゴースト信号の発生についての改善はなされるものの、磁壁移動が抑制されることから、再生出力の低下、すなわちドロップアウトが発生するおそれがあり、特に高い線密度のランド・グループ記録においては、その影響を受け易い。したがって、上記特許文献1に記載の発明を用いて記録・再生特性を向上させるために、所望の線密度でゴースト信号を効果的に抑制し、かつドロップアウトを発生させないような磁性層の構成を高度に設計する必要があった。

## 【0007】

本発明においては、ゴースト信号の発生の回避と共に、ドロップアウトの改善を図ることができるようにし、磁性層の設計の容易化を図った光磁気記録媒体と信号再生方法を見出すに至ったものである。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による光磁気記録媒体は、再生光の照射による信号再生が、磁壁移動検出、すなわちDWDDによってなされる光記録媒体である。

そして、本発明においては、再生用レーザ光の入射側から、少なくとも再生層を構成する第1の磁性層と、制御層を構成する第2の磁性層と、遮断層を構成する第3の磁性層と、記録層を構成する第4の磁性層とを有し、これら第1の磁性層、第2の磁性層、第3の磁性層、および第4の磁性層のそれぞれのキュリー温度を、 $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  および  $T_{c4}$  とするとき、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2},$$

$$T_{c4} > T_{c3}$$

なる関係を満たす構成とする。

同時に、第2の磁性層の磁気異方性を  $K_{u2}$  とし、第3の磁性層の磁気異方性を  $K_{u3}$  とするとき、

$$K_{u3} > K_{u2}$$

なる関係を満たす構成とする。

そして、第1の磁性層は、その磁壁が、再生光の照射スポットの光記録媒体に対する走行方向の前方において、再生光の照射によって再生光スポットの中心近傍に生じる温度上昇部のピーク部に向かって移動して記録磁区が拡大されると共に、再生光スポットの走行方向の後方において第1の磁性層の磁壁のスポット方向の移動が抑制され、第2の磁性層および第3の磁性層は、第1の磁性層と第4の磁性層との磁気交換結合を制御する構成とするものである。

#### 【0009】

また、本発明による信号再生方法は、光磁気記録媒体に対し、再生光の照射による磁壁移動検出によって再生信号の検出を行う信号再生方法である。

特にこの信号再生方法にあって、その光磁気記録媒体が、再生用レーザ光の入射側から、少なくとも再生層を構成する第1の磁性層と、制御層を構成する第2の磁性層と、遮断層を構成する第3の磁性層と、記録層を構成する第4の磁性層とを有し、第1の磁性層、第2の磁性層、第3の磁性層および第4の磁性層のそれぞれのキュリー温度を、 $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  および  $T_{c4}$  とするとき、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2},$$

$$T_{c4} > T_{c3}$$

なる関係を満たし、更に、同時に第2の磁性層の磁気異方性を  $K_{u2}$  とし、第3の磁性層の磁気異方性を  $K_{u3}$  とするとき、

$$K_{u3} > K_{u2}$$

なる関係を満たす構成とする。

そして、第1の磁性層は、その磁壁が、再生光の照射スポットの光記録媒体に対する走行方向の前方において、再生光の照射によって再生光スポットの中心近傍に生じる温度上昇部のピーク部に向かって移動して記録磁区が拡大されると共に、再生光スポットの走行方向の後方において第1の磁性層の磁壁のスポット方向の移動が抑制され、第2の磁性層および第3の磁性層は、第1の磁性層と第4の磁性層との磁気交換結合を制御する構成とされた光磁気記録媒体を用いるものである。

#### 【0010】

上述したように、本発明による光磁気記録媒体、あるいは本発明による信号再

生方法で特定して用いる光磁気記録媒体は、その磁性層構成を、4層構造とするものであり、その再生層（第1の磁性層）と記録層（第4の磁性層）との間に、制御層（第2の磁性層）と遮断層（第3の磁性層）とを介在するものであるが、その各磁性層のキュリー温度および磁気異方性の関係を、特に、第2の磁性層と第3の磁性層との間において、上述したように、 $T_{c3} > T_{c2}$ 、 $K_{u3} > K_{u2}$ とするものであり、このようにすることによって、ゴーストの発生の抑制がなされ、しかもドロップアウト、したがって、エラーレートの改善が図られる。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

本発明による光磁気記録媒体と信号再生方法の実施の形態を例示する。

まず、本発明による光磁気記録媒体についてその実施の形態について説明する。

#### 【0012】

##### 〔光磁気記録媒体の実施の形態〕

本発明による光磁気記録媒体は、例えば図1Aに概略断面図を示すように、基板1、この例では透明基板1上に、誘電体膜2、記録再生層3、誘電体膜4、反射膜5、保護膜6を順次積層形成して成る。

#### 【0013】

誘電体膜2、4は、例えば窒化珪素から成る。あるいは、この誘電体膜1、4は酸化珪素、窒化アルミニウム等の他の誘電体材料によって構成することもできる。

反射膜5は、アルミニウム等によって構成するが、この反射膜5は、省略することもできるものである。

保護膜6は、例えば紫外線硬化樹脂によって構成される。

#### 【0014】

この光磁気記録媒体に対する記録および再生用の光照射は、透明基板1側から照射されることを前提としているが、これとは反対側の保護膜6側から照射される構成とすることもできる。その場合には、反射膜5の形成位置が誘電体膜2と透明基板1との間に配置されるものであり、また、後に説明する記録再生層3を構

成する各層の積層配置を逆配置とすることになる。

#### 【0015】

上述した光記録媒体の構成膜の膜厚は、例えば誘電体膜1の膜厚を700 Å、誘電膜4の膜厚を500 Å、反射膜5の膜厚を300 Åとすることができる。

#### 【0016】

一方、通常のDWDD方式の光磁気記録媒体における記録再生層3は、基本的には、磁壁移動が生じるようになされる再生層、いわゆる移動層もしくはディスプレイメント層と、遮断層いわゆる切断層もしくはスイッチ層、記録層いわゆるメモリ層の3層から成る。

これに対し、本発明によるDWDD方式の光磁気記録媒体においては、その記録再生層の構成を、上述した再生層と遮断層との間に、再生層の磁壁の移動を抑制する制御層を構成する磁性層を更に配置した4層構造とする。

#### 【0017】

すなわち、図1Aで示した記録再生層3を、図1Bに更に拡大して示すように、光磁気記録媒体に対する再生光Lの入射側から、すなわち、この例では、基板1側から、再生層を構成する第1の磁性層11、上述した制御層を構成する第2の磁性層12、遮断層を構成する第3の磁性層13、記録層を構成する第4の磁性層14の4層構造とする。

#### 【0018】

これら各磁性層は、それぞれに要求される特性を有する。

再生層（第1の磁性層）11は、再生時の、再生光の照射による昇温温度において十分な再生信号得られる必要があることから、この温度において再生層11のキュリー温度 $T_{c1}$ が高く、カー回転角が大きいことが必要である。具体的には、少なくとも、そのキュリー温度 $T_{c1}$ は、遮断層（第3の磁性層）13のキュリー温度 $T_{c3}$ よりも高くなければならない。

また、再生層11は、再生時において遮断層13との交換結合が切れた際に、容易に磁壁が移動できことが要求される。そのために磁壁抗磁力（保磁力）は小さくなくてはならず、その磁壁抗磁力は、1 kOe以下であることが好ましい。

再生層 11 の膜厚は、カー回転角が飽和するに足る膜厚以上であれば十分であり、200 Å 以上、望ましくは 250 Å 以上とし得る。

#### 【0019】

再生層 11 の構成材料としては、例えば GdFe、GdFeCo が挙げられ、キュリー温度や、磁気異方性を調整するために、Al、Cr などが添加されることもある。

また、この再生層 11 を、3 層以上の構成とすることもできるが、2 層以上の構成膜とする場合、いずれの場合も、これらのうち、最もキュリー温度の高い層を再生光の入射側に配置することが望ましい。

#### 【0020】

遮断層 13 は、再生層 11 と記録層（第 4 の磁性層）14 との交換結合を一定の温度で遮断する役割を担うため、その設定温度にあたる所定のキュリー温度  $T_{c3}$  を有することが必要である。

また、遮断層 13 の膜厚は、交換力を安定に、かつ均一に切断できる程度であればよく、50 Å 以上であることが好ましく、100 Å 以上であることがより好ましい。しかしながら、この遮断層 13 の膜厚は、あまり厚くすると交換力を遮断する効果が不均一となり、再生信号の劣化のもととなる。そのため、上限としては 200 Å 程度とする。

この遮断層 13 の構成材料としては、例えば TbFe、TbFeCo が挙げられ、キュリー温度や磁気異方性を調整するための Al、Cr などが添加されることもある。

#### 【0021】

記録層 14 は、記録磁区を保持する層であり、再生時にも安定に微小記録磁区形状を保持しなければならないため、キュリー温度  $T_{c4}$  は、遮断層 13 のキュリー温度  $T_{c3}$  以上でなければならない。さらに、微小な記録磁区が安定に保持できるよう、保磁力、垂直磁気異方性が大きいことが必要である。

この記録層 14 の構成材料としては、例えば TbFeCo が挙げられる。

#### 【0022】

本発明による光磁気記録媒体においては、制御層 12 を、再生層 11 と遮断層 1

3 との間に挿入する構成とすることに特徴を有する。

この制御層 12 は、再生光の照射スポットの、その走行方向の後方部において記録層 14 から再生層 11 への磁区の転写を抑制する機能を有するものであり、したがって、遮断層 13 よりも磁壁抗磁力（磁気異方性）が小さいことが必要である。

また、制御層 12 のキュリー温度  $T_{c2}$  は、遮断層 13 のキュリー温度  $T_{c3}$  よりも小さく選定する。

#### 【0023】

この制御層 12 の構成材料としては、磁壁移動を抑制するという機能を考えたときに Tb を含有するものが好ましく、例えば TbFe, TbFeCo, TbFeAl, TbFeCoAl が挙げられる。

#### 【0024】

すなわち、本発明構成において、その記録再生層 3 を構成する上述した各磁性層 11～14 の特性は、キュリー温度に関しては、再生層 11 のキュリー温度を  $T_{c1}$ 、制御層 12 のキュリー温度を  $T_{c2}$ 、遮断層 13 のキュリー温度を  $T_{c3}$ 、記録層 14 のキュリー温度を  $T_{c4}$  とするとき、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2},$$

$$T_{c4} > T_{c3}$$

なる関係とする。

#### 【0025】

また、磁気異方性に関しては、制御層 12 の磁気異方性を  $K_{u2}$  とし、遮断層 13 の磁気異方性を  $K_{u3}$  とするとき、

$$K_{u3} > K_{u2}$$

なる関係とする。

#### 【0026】

本発明による光磁気記録媒体に対する情報の記録は、通常における光磁気記録に用いられる光変調記録方法、あるいは磁界変調記録方法等によることができ、主として記録層 14 に記録される。

#### 【0027】

次に、本発明による信号再生方法の実施の形態を説明するが、本発明による信号再生方法は、上述した本発明による光磁気記録媒体を用いたDWDDによる再生方法であって、本発明の特徴を明確にする上で、通常のDWDDによる再生方法および前記特許文献1（国際公開番号WO99/39342）と対比しながら説明する。

#### 【0028】

〔信号再生方法の実施の形態〕

本発明による信号再生方法は、基本的には、DWDD方式の基本的構成に基づく3層構造光磁気記録媒体の再生層11、遮断層13、記録層14は、いずれも再生温度においては垂直磁化膜であり、それらの磁化は、図2に示すように、膜面に対して垂直に揃う。

しかしながら、再生層11および遮断層13については、室温においては必ずしも垂直磁化膜である必要はなく、面内磁化膜であっても良い。

#### 【0029】

尚、図2以降の磁化状態の説明図において、各磁性層中の矢印は、各磁性層中の副格子磁化のスピン方向（例えば遷移金属であるFeあるいはCo等の磁化方向）を示す。

これらの層間には、例えば交換結合が作用することによって、通常の状態では、スピンの方向は揃っている。

#### 【0030】

ここでは、光磁気記録媒体が、ディスク状のものを想定しており、ディスクの回転により、再生時に、この媒体は、再生光Lに対して相対的に、その記録磁区が、図2において、左の方向へ移行する。

#### 【0031】

光磁気記録媒体に対する情報の記録は、上述したように、主として記録層14に対してなされ、記録層14のスピン向きが遮断層13、再生層11に転写されることによって記録が完結する。

この記録層14の記録磁区aは、再生光が照射されない状態では、記録層14と再生層11とは、遮断層13を介して交換結合されていることか、再生層11



に転写されて再生層 11 に記録磁区 A が形成される。

#### 【0032】

そして、再生に当たっては、再生光 L が照射される。この照射により各磁性層の温度は上昇する。このとき、3 層の磁性層のうち遮断層 13 のキュリー温度  $T_{c3}$  が最も低く設定されていることから、図 2 に示すように、再生光の照射による温度上昇によりキュリー温度  $T_{c3}$  を越えた部分で、遮断層 13 の磁化が消失する。すなわち、記録層 14 と再生層 11 との間の交換結合が遮断される。この温度  $T$  が、キュリー温度  $T_{c3}$  を越え、遮断層 13 の磁化が消失した領域は、図 2 以降の磁化状態の説明図において空白で示してある。

#### 【0033】

ここで、記録層 14 は、磁気異方性が大きく、保磁力も高い磁性材料、例えば  $TbFeCo$  により構成されているため、他の磁性層との交換結合が消失しても、記録状態に変化は生じない。

#### 【0034】

一方、再生層 11 は、記録層 14 とは逆に、磁気異方性が小さく、保磁力も相対的に小さく、かつ、記録磁区の周囲に形成される磁壁が容易に移動し易い材料、例えば  $GdFeCo$  により構成されているため、記録層 14 との交換結合が消失すると、図 3 に示すように、再生光 L のスポットの走行方向前方位置の、再生層 11 の磁壁  $\sigma_1$  は、磁気的なエネルギーが低くなるような方向へ移動する。ここでは、磁壁  $\sigma_1$  が図において左側に移動した方がエネルギーが低くなる。

#### 【0035】

図 4 は、この磁壁  $\sigma_1$  が移動した状態を示すものである。再生層 11 において磁壁  $\sigma_1$  が移動することにより、記録層 14 の記録磁区 a に対応する再生層 11 の記録磁区 A が再生光下で拡大されることから、再生光によって、大きな再生キャリア信号を得ることができる。

#### 【0036】

磁気的なエネルギー、ここでは磁壁エネルギー  $\sigma_w$  を、考慮する。再生層 11 の磁化は非常に小さく、かつ、印加されている外部磁界も小さく、これらの条件により静磁気エネルギーは非常に小さいものとする。

## 【0037】

一般に、再生層 11 の磁壁エネルギー  $\sigma_{w1}$  は、交換スティフネス定数  $A1$ 、および磁気異方性定数  $K_{u1}$  を用いて下記のように表される。

$$\sigma_{w1} = 4\sqrt{A1 K_{u1}}$$

## 【0038】

交換スティフネス定数  $A1$  および磁気異方性定数  $K_{u1}$  は、共に温度の関数で、温度上昇に対して単調に減少し、キュリー温度で零になる。したがって、磁壁は温度の最も高い位置にあることがエネルギー的に最も安定である。この理由により、磁壁  $\sigma_1$  は図中左方向へ移動する。

## 【0039】

さらに、図 5 に示すように、記録層 14 の記録磁区 a と遮断層 13 との交換結合が完全に切れると、再生層 11 の磁壁  $\sigma_2$  がエネルギー的に最も安定な最高温度位置に移動し、図 6 に示すように、磁区 A は消滅する。

## 【0040】

上述した図 2 ～図 6 に示す一連の磁壁移動動作、すなわち遮断層 13 のキュリー温度以上の領域にある再生層 11 内の磁壁が最高温度位置付近に移動する動作により、通常の光学系では再生できない程度に小さい、あるいは周期の小さい磁区からの信号を再生することが可能となる。

## 【0041】

しかしながら、上述した再生層 11 と記録層 14 とこれら間に配置される遮断層 13 との 3 層構造による DWDD 方式による場合、記録磁区の周期  $P$  が大きい ( $P/2 \geq \sigma_D$  : 磁壁幅) ときに、ゴーストと呼ばれる磁壁の移動が発生する。この磁壁の移動は、再生光スポット後方位置で発生するもので、再生光スポット前方位置での移動とは逆に、再生光  $L$  の照射スポット後方位置から、温度分布のピーク部、すなわちスポット中心近傍に向かって移動するものである。

## 【0042】

次に、ゴーストの発生メカニズムについて、図 7 ～図 15 を用いて説明する。この説明では、理解を容易にするために、極めて小さい孤立記録磁区 a が 1 個存在する場合を例にして再生時の磁壁の動きを説明する。

ここで、図7～図9で示す記録磁区の拡大動作については、図3～図6と同様であるので、重複説明を省略する。

#### 【0043】

そして、記録磁区aの拡大再生が終了後、再生光に対する光磁気記録媒体が相対的に移動、すなわち光ディスクの回転により、再生光の照射位置が移行して、記録層14の記録磁区aの左端が、遮断層13の空白領域の右端位置を通過すると、遮断層13中に再生層11のスピンの向きと記録層14のスピンの向きが異なることによって界面磁壁が生じる(図10)。界面磁壁とは、反平行のスピン間の遷移領域でエネルギーが高い領域である。

ここで、記録層14のスピンの向きが、すぐに交換結合で再生層11へ転写されない理由は、再生層11に新たに磁区を生成することによって再生層11内に磁壁を生じさせるよりも、遮断層13内に界面磁壁を生じさせたほうが全体のエネルギーが低く抑えられるからである。

#### 【0044】

光ディスクの再生光の照射位置が進んで遮断層13内の界面磁壁が、ある長さLNに達すると、再生層11内に磁壁を生じさせて記録層14と再生層11を交換結合させた方がより安定となる。したがって、図11に示すように、遮断層13に記録層14の記録磁区aと同じ方向のスピンの向きが生じ、さらに、遮断層13から再生層11への交換結合により、再生層11にも同じ方向のスピンの向きが生じ、記録磁区Bが形成される。その結果、再生層11に新たな磁壁 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ ができる。ここで、 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ は、実際には連続する1つ磁壁(磁区Bの外周を囲む磁壁)だが、断面図の都合上2つ見えている。

#### 【0045】

ここで生じた磁壁 $\sigma 2$ 直下は、遮断層13の磁化が非常に小さく交換結合がほとんど働かないため、磁壁 $\sigma 2$ は、再生層11内を磁気的なエネルギーが最小となる位置まで移動する。このときの移動も温度の高い方向、あるいは磁区Bを拡大させる方向であり、図12に示すように、磁壁 $\sigma 2$ がスポット中心に向かって移動し、再生層11の記録磁区Bが拡大される。

#### 【0046】

さらに、照射光に対してディスクが移行して記録層 14 内の記録磁区 a が遮断層 13 の空白領域を通り過ぎると、遮断層 13 内には再び界面磁壁が生じ、長さが LN に達すると (図 13) 遮断層 13 と再生層 11 内に記録層 14 と同じ方向のスピンの生じ、再生層 11 内に新たに  $\sigma_3$ 、 $\sigma_4$  が生じる (図 14)。

磁壁  $\sigma_4$  直下は、遮断層 13 の磁化が極めて小さく交換結合がほとんど働かないため、磁壁  $\sigma_4$  は、再生層 11 内を磁気的なエネルギーが最小となる位置まで移動する。その結果磁壁  $\sigma_4$  と  $\sigma_2$  との間の磁区は消失し (図 15)、結果として記録磁区 a が再生光スポット L 内に進入する前の磁化状態に戻る。

#### 【0047】

したがって、孤立記録磁区の再生の際には、始めに磁壁が図中左方向に移動し、記録磁区が拡大されて大きな信号が現れ、その後、再生層 11 の磁区が消失して信号レベルが零になり、その後再び、磁壁の右方向への移動による信号が現れ、消えていく。これらの信号の時間変化を図 16 に示す。

#### 【0048】

しかしながら、実際には、この図 16 で示す信号変化において、2 度目に現れる信号は、上述したゴースト現象により現れたものなのか、あるいは次に記録された記録磁区により現れたものなのかを区別することは極めて難しいものであり、再生エラーを生じてしまう。

#### 【0049】

このゴースト現象は、図 2 で示したような記録状態の場合にも起こる可能性はあるが、ゴーストの原因となるスポット走行方向後方での磁壁移動を起こすためには、記録層 14 に記録されている磁区の長さが、遮断層 13 で保持できる界面磁壁の長さ LN 以上でなければならない。このときの LN がゴーストが発生する最短のマーク長である。この LN は、遮断層 13 内の磁壁エネルギー  $\sigma_{w3}$  の温度依存性と光磁気記録媒体の温度分布、再生層 11 の磁壁エネルギー  $\sigma_{w1}$  によって決まる量である。記録磁区の周期が短い場合には、その長さが得られないため、ゴーストは現れない。

因みに、ゴーストを抑制する機能をもつ磁性層を有しない通常の DWDD 方式の光磁気記録媒体においては、その長さは  $0.25 \mu\text{m}$  程度とされている。この

ように、ゴースト発生を抑制するには、ゴースト発生の最短マーク長  $L_N$  を長くすることが重要である。

#### 【0050】

これに対し、前記特許文献 1（国際公開番号 WO 99/39342）では、上述したゴースト現象を解消するために、制御層 12 を再生層 11 と遮断層 13 の間に挿入している。そして、この制御層 12 の特性（キュリー温度、磁気異方性）は、

$$T_{C1} > T_{C2} > T_{C3}$$

かつ第 1 の磁性層の磁気異方性を  $K_{u1}$ 、第 2 の磁性層の磁気異方性を  $K_{u2}$  としたときに、

$$K_{u2} > K_{u1}$$

に選定するものである。

次に、このような特性を有する制御層 12 を挿入したことによるゴースト現象解消のメカニズムと、この場合の問題点について説明する。

#### 【0051】

この制御層 12 を挿入し 4 層構造とした光磁気記録媒体における一連の磁壁移動動作を図 17～図 22 に示す。

ここで、図 17～図 18 で示す記録磁区の拡大動作については、図 3～図 6 と同様であるので、重複説明を省略する。

上述した 3 層構造の光磁気記録媒体では、遮断層 13 のキュリー温度  $T_{C3}$  以上になった領域で、再生層 11 の磁壁が移動していたのに対し、この構成では、制御層 12 のキュリー温度  $T_{C2}$  以上になった領域で、再生層 11 の磁壁の移動が生ずる。

#### 【0052】

遮断層 13 のキュリー温度  $T_{C3}$  以上の領域では、遮断層 13 と制御層 12 の交換結合は消失するが、制御層 12 の磁気異方性が再生層 11 に比べ大きいため、あるいは別の表現では、制御層 12 の保磁力が高く磁壁が移動し難いため、その温度範囲では磁壁は移動しない。

#### 【0053】

ところが、例えば図 19 に示すように、狭隘な間隔で存在する磁壁  $\sigma 1 \sim \sigma 4$  (この場合においても、磁壁は、言うまでもなく、説明の便宜上、断面図において  $\sigma 1 \sim \sigma 4$  として示すが、実際には、磁区の境界で連続して存在している)、で示すように、記録マークすなわち記録磁区の線密度が高く磁区長が短くなると、再生光のスポット内で広がるべき磁区が、消失する現象が生じる。

#### 【0054】

これについて説明する。今、図 19 において、磁壁  $\sigma 2$  と  $\sigma 3$  で示す磁区 B が特に短い磁区を形成するとして、これについて注目して説明する。

まず、温度が制御層 12 のキュリー温度  $T_{c2}$  近くなる領域に、比較的長い磁区を構成する図において左端の磁壁  $\sigma 1$  が到来すると、制御層 12 の磁化が低下することによってこれによる束縛が小さくなることから、磁壁  $\sigma 1$  は、図 20 に左向き矢印で示すように、温度分布のピーク位置すなわち再生光のスポットの中心近傍への移動して磁壁  $\sigma 1$  および  $\sigma 2$  間の磁区は、図 22 で示すように、スポット内で広がり、大きな再生信号として検出することができる状態となる。

#### 【0055】

ところで、温度  $T$  が、遮断層 13 のキュリー温度  $T_{c3}$  より大となり、記録層 14 と、制御層 12 との間の交換結合が絶たれた状態で、制御層 12 に単独で安定に存在し得る磁区の最小磁区径  $L_{min}$  は、制御層 12 の飽和磁化を  $M_{s2}$ 、保磁力を  $H_{c2}$ 、磁壁エネルギーを  $\sigma_{w2}$  とするとき、

$$L_{min} = \sigma_{w2} / M_{s2} \cdot H_{c2}$$

で表わすことができる。

制御層 12 のキュリー温度  $T_c$  に近くでは上記  $\sigma_{w2}$ 、 $M_{s2}$ 、 $H_{c2}$  はともに小さくなるが、分母である  $M_{s2}$ 、 $H_{c2}$  の減少率がより大きいことから温度  $T$  が、制御層 12 のキュリー温度  $T_{c2}$  の近くになると、安定に存在し得る磁区の最小磁区径  $L_{min}$  は、大きくなってしまう。このため、例えば上述した短い磁区 B は、この安定に存在し得る磁区径  $L_{min}$  以下となり、図 22 で示すように、本来、破線図示の位置に存在する磁区 B が、安定に存在し得なくなり、磁区 B が消失し、検出不能となる。

#### 【0056】

そして、更に、光ディスクが移行し、磁壁  $\sigma_4$  が、制御層 12 のキュリー温度  $T_{c2}$  近くの領域に達し、再生層 11 における磁壁  $\sigma_4$  が、図 23 中矢印をもって示すように磁壁  $\sigma_1$  の方向に移動する。このようにして磁壁  $\sigma_4$  が  $\sigma_1$  の位置にまで移動することによって  $\sigma_1$  と  $\sigma_4$  間の磁区が消失し、結果として図 24 B に示すような信号波形として検出される。

#### 【0057】

つまり、磁区 B の存在によって本来図 24 A の波形が検出されるべきものが、磁区 B の消失、すなわちドロップアウトによって、図 24 B に示す信号波形として検出される。すなわち、ビットエラーが発生する。

#### 【0058】

このようなドロップアウトすなわち再生不良の発生を防ぐには、制御層 12 をはじめとして、記録層 13 を構成する各層の高度な設計が必要となり、ランド・グループ記録との組み合わせは、特に困難となるという問題がある。

#### 【0059】

また、再生光スポットの走行方向後方位置において、制御層 12 のキュリー温度  $T_{c2}$  となる位置で制御層 12 に磁化が生ずるが、この温度では再生層 11 からの交換結合しか働かないため、制御層 12 のスピンの向きは再生層 11 の方向に揃う。ここでは、再生層 11 には磁壁が存在しない状態である。

#### 【0060】

さらに、再生光に対するディスクが移行し、温度が低下して遮断層 13 のキュリー温度  $T_{c3}$  になると、遮断層 13 内に、図 25 に斜線を付して示すように、示すように、界面磁壁が生じる。

#### 【0061】

ディスクの移行によって、遮断層 13 内の界面磁壁がある長さ  $LN$  に達すると、制御層 12 および再生層 11 内に磁壁を生じさせて記録層 14 と再生層 11 を交換結合させた方がより安定となる。このとき制御層 12 内に磁壁を生じさせるエネルギーは、再生層 11 内のみに磁壁を生じさせるよりはるかに大きなエネルギーを要する。

したがって、遮断層 13 内の界面磁壁の長さ  $LN$  は、磁壁膜 3 層構成のときよ

りもはるかに長くなる。これによりゴーストを発生しない最長のマーク長が長くなることで想定している変調方式の記録密度においてゴーストの影響を受けることがなくなる。

#### 【0062】

そして、ディスクが回転移行して、更に温度が低下すると、図26に示すように、記録層14からの交換結合力により記録層14の記録磁区aの方向に遮断層13内のスピンの揃い、さらに交換結合によりこれが制御層12、再生層11に転写され、制御層12には記録磁区bが、再生層11には記録磁区Bが転写形成される。したがって、再生層11には、磁壁 $\sigma_2$ が生ずる。制御層12内に残る再生層11と交換結合する領域cは、温度がキュリー温度に近いために磁壁エネルギーおよび保磁力が小さく容易に磁化反転を起こす。すなわち再生層11内に生じた磁壁 $\sigma_2$ が磁気的なエネルギーが最小となる位置まで移動する。このときの移動も、温度の高い方向、あるいは磁区Bを拡大させる方向であり磁壁 $\sigma_2$ がスポット中心に向かって移動し、再生層11の記録磁区Bが拡大される。

#### 【0063】

したがって、前記特許文献1に記載の発明では、きわめて長い記録マークでない限りゴーストは発生せず、主に制御層12を最適に設計することで、想定する記録密度においてゴーストの影響を受けなくすることが可能である。

しかしながら、上述したように、マーク長が短くなった場合に、ドロップアウトが生じやすいという懸念がある。

#### 【0064】

これに対し、本発明では、上述したゴースト現象を解消するために、前記特許文献1に記載の発明とは異なる特性の制御層12を、再生層11と遮断層13の間に挿入するものである。

すなわち、制御層12の特性（キュリー温度 $T_{c2}$  および、磁気異方性 $K_{u2}$ ）は、再生層（第1の磁性層）11および遮断層（第3の磁性層）13の各キュリー温度 $T_{c1}$  および $T_{c3}$  との関係において、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2}$$

とし、かつ、第2の磁性層（制御層）の磁気異方性 $K_{u2}$ と第3の磁性層（遮断層



) の磁気異方性  $Ku_3$  との関係において、

$$Ku_3 > Ku_2$$

を満たす構成とする。

#### 【0065】

上述した本発明による光磁気記録媒体を用いた DWDD 方式による再生を行うとき、ゴーストの解消を図ることができる。

次に、制御層 12 を挿入したことによるゴースト現象解消のメカニズムを、本発明の特徴を明確にするために、前記特許文献 1 (国際公開番号 WO 99/39342) におけるゴースト現象解消のメカニズムと共に説明する。

#### 【0066】

制御層 12 を挿入し 4 層構造とした光磁気記録媒体における一連の磁壁移動動作を図 27～図 30 を参照して説明する。

図 27 および図 28 は、記録磁区の拡大動作を示し、これについては、前述した図 3～図 6 と同様であることから、重複説明を省略する。

しかしながら、前述の場合、遮断層 13 のキュリー温度  $T_{c3}$  以上になった領域で再生層 11 の磁壁が移動していたのに対し、本発明構成では、制御層 12 のキュリー温度  $T_{c2}$  以上になった領域で再生層 11 の磁壁の移動が生ずる。

そして、再生層 11 の磁壁は、移動する直前まで記録層 14 と交換結合されているため、短いマークにおいても記録層 14 内において記録マークが保持されている限りドロップアウトを生じることはない。

#### 【0067】

次に、再生光スポットの走行方向後方位置において、遮断層 13 のキュリー温度  $T_{c3}$  以下となる位置で遮断層 13 に磁化が生ずるが、この温度では記録層 14 からの交換結合しか働かないため、遮断層 13 のスピンの向きは記録層 14 の方向に揃う。さらにディスクが進み、温度が低下して制御層 12 のキュリー温度  $T_{c2}$  になると、図 29 に示すように、制御層 12 内に、斜線を付して示すように、界面磁壁が生じる。

#### 【0068】

また、ディスクの移行によって制御層 12 内の界面磁壁が、ある長さ  $L_N$  に達

すると、図30に示すように、再生層11内に磁壁を生じさせて遮断層13と再生層11を交換結合させた方がより安定となる。 $Ku3 > Ku2$ とされていることによって、制御層12の磁壁エネルギーは遮断層13よりも小さく、長いLNにおいて再生層11内に磁壁を生じさせるよりも制御層12内に界面磁壁を存在させたほうが有利となる。これは制御層の磁気異方性が小さいために交換結合による磁化の転写を抑制しているとも説明できる。

#### 【0069】

更に、本発明について説明する。

本発明構成、すなわち、制御層12よりも遮断層13のキュリー温度と磁気異方性が大きい構成、すなわち、 $Tc3 > Tc2$  ,  $Ku3 > Ku2$  とする場合について、その効果を説明する。

まず、遮断層13が無い場合は、制御層12が、従来の遮断層の役割を果たすので、やはり、この場合も磁壁移動検出が可能である。しかしながら、この場合は、ゴースト抑制効果が得られない。

これに対して、遮断層13がある場合は、界面磁壁が制御層12のみに閉じ込められるものではなく、図31に示すように、遮断層13内にも一部形成される。これは、制御層12内にのみ界面磁壁を形成するよりもエネルギー的に安定するからと考えられる。

また、制御層12のみにしてその膜厚を遮断層13を付加する分だけ厚くした場合は、界面磁壁LNが伸び、ゴースト抑制効果が現れてくるが、前述したように、膜厚が大となることによる交換力を遮断する効果が不均一となることによるレーザ再生光スポット前方での磁壁移動動作において揺らぎ（ジッター）が多くなり、再生信号の劣化につながる。

すなわち、本発明の構成は、ゴースト抑制効果を得るために遮断層のキュリー温度を下げて膜厚を増加させたいが、それだけだとジッターが増加して再生信号が劣化してしまうため、遮断層をキュリー温度の高い層と低い層に分けたとも言える。すなわち、本発明の構成により、ジッターを抑制し、かつ遮断層と制御層内の膜厚方向に効果的に界面磁壁を閉じ込めることが可能になる。

#### 【0070】

ディスクが移行してさらに温度が低下すると、遮断層 13 からの交換結合力により遮断層 13 の記録磁区 a の方向に制御層 12 内のスピンの揃い、さらに交換結合によりこれが再生層 11 に転写され、再生層 11 には記録磁区 B が転写形成される。したがって、再生層 11 には、磁壁  $\sigma_2$  が生じ、磁気的なエネルギーが最小となる位置まで移動する。このときの移動も、温度の高い方向、あるいは磁区 B を拡大させる方向であり磁壁  $\sigma_2$  がスポット中心に向かって移動し、再生層 11 の記録磁区 B が拡大される。

#### 【0071】

したがって、本発明においても記録マークが長くなればゴーストは発生するが、制御層 12 の Ku2 が小さく容易に制御層内に界面磁壁を生じさせることが可能なため、想定する記録密度においてゴーストの影響を受けなくすることが可能である。

#### 【0072】

次に、本発明の実施例を挙げて説明するが、本発明はこの実施例に限定されることがないことはいうまでもない。

#### 〔実施例〕

この例では、図 32 で概略断面図を示す光磁気記録媒体を構成した。記録再生層の各第 1 ～ 第 4 の磁性層 11 ～ 14、誘電体膜 2、5 の成膜にはマグネトロンスパッタリング装置を用いた。

この場合の材料ターゲットは、Gd, Tb, Fe, Fe:70Co:30合金、Al、それに Si を用いた。ターゲットは、外径 6 インチであり、各ターゲットの中心が、ほぼ同一円周上にあるように、かつ等間隔に配置した。

この場合の基板 1 の、各層の被着面と、ターゲットの配置面との距離は、150 mm とした。

#### 【0073】

基板 1 は、ランドとグループとの双方に記録がなされるようにしたいわゆるランド・グループ記録用の光ディスク用基板を用意し、この基板 1 をパレットに装着し、マグネトロンスパッタリング装置の、チャンバー槽の中に配置し、 $1 \times 10^{-4}$ パスカル (Pa) 以下まで排気した。

その後、アルゴンと窒素とを、ガス流量比 4 : 1 でチャンバー槽内へ供給し、Si を反応性スパッタリングして基板上に約 35 nm の厚さに窒化珪素膜を成膜して、誘電体膜 2 を形成した。

#### 【0074】

次にアルゴンガスを、供給してこの誘電体膜 2 上に、第 1 ～第 4 の磁性層 11 ～14 を順次積層成膜して、記録再生層 3 を形成した。この第 1 の～第 4 の磁性層 11 ～14 による記録再生層 3 は、その合計の膜厚を、約 110 nm とした。

第 1 の磁性層 11 は、GdFeCoAl 層、第 2 の磁性層は、TbFeCoAl 層、第 3 の磁性層は、TbFeCo 層、第 4 の磁性層は、TbFeCo 層とした。

その後、更に窒化珪素膜を約 35 nm の厚さに成膜して、誘電体膜 4 を構成した。各層の材料組成や膜厚は、いわゆる磁壁移動検出媒体として機能するように設定した。

#### 【0075】

基板 1 におけるグルーブの深さは、175 nm とした。グルーブピッチを 1.08  $\mu$ m とし、ランド・グルーブ記録を行ったため、記録時のトラックピッチは、0.54  $\mu$ m とした。この基板 1 は、ポリカーボネート (PC) を用いて射出成形によって形成した。

この射出成形で用いるスタンプは、ガラス原盤にリアクティブイオンエッチング (RIE) 法でグルーブを形成し、このガラス原盤に、メタルの無電解メッキおよび電気メッキによって形成したメタルスタンプを用いた。

#### 【0076】

記録・再生に用いた光学系は、波長 660 nm の半導体レーザと、開口数 (NA) が 0.60 の対物レンズとした。

記録時はパルスデューティ約 30 % のパルスストローブ磁界変調で、(1, 7) RLL でコーティングしたランダム信号を記録した。

また、再生時は、ビットエラーレート評価指標とした。チャンネルクロックは、18 MHz であった。ビット長は線速度で調整し、この媒体の線記録密度依存性を評価した。

## 【0077】

図33は、第2の磁性層（制御層）12および第3の磁性層（遮断層）13の保磁力の温度特性の測定結果であり、曲線32および33は、それぞれ第2および第3の温度特性である。第1および第4の磁性層11および14のキュリー温度 $T_{c1}$ および $T_{c4}$ は、それぞれ約300℃、約330℃であった。

## 【0078】

この実施例では、図33で示した温度特性を有する磁性層を用いたが、第1の磁性層11のキュリー温度 $T_{c1}$ 、第2の磁性層12のキュリー温度 $T_{c2}$ 、第3の磁性層13のキュリー温度 $T_{c3}$ 、第4の磁性層14のキュリー温度 $T_{c4}$ とすると、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2}$$

$$T_{c4} > T_{c3}$$

なる関係を満たし、

かつ第2の磁性層12の磁気異方性を $Ku_2$ 、第3の磁性層13の磁気異方性を $Ku_3$ としたときに

$$Ku_3 > Ku_2$$

を満たす磁性層の組み合わせであれば自由に変更が可能である。

## 【0079】

この実施例の磁壁移動検出媒体において、ゴーストが発生する最小のマーク長を測定すると、ランドで0.32  $\mu\text{m}$ 、グループで0.46  $\mu\text{m}$ であった。また、比較として、この実施例の遮断層13を省略した媒体において、ゴーストが発生する最小マーク長を測定すると、ランドで0.25  $\mu\text{m}$ 、グループで0.35  $\mu\text{m}$ であった。

## 【0080】

上述した実施例で用いた波長660 nm、 $N.A. = 0.60$ のレーザスポットを1.5 mWのレーザパワーで、光磁気記録媒体（光ディスク）に照射し、この光ディスクを1.5 m/sの線速度で回転させた場合のレーザスポット走行方向の温度分布を図34に示す。

第2の磁性層（制御層）と第3の磁性層（遮断層）のキュリー温度差が、約5

0℃あった場合、レーザスポット走行方向の前方における遮断層、制御層のキュリー温度位置の距離は、約0.2～0.3  $\mu\text{m}$ になる。

#### 【0081】

因みに、前記特許文献1に記載の媒体構成の場合、最短マーク調を0.2～0.3  $\mu\text{m}$ 以下にしようとした場合に、前述した理由により、ドロップアウトを発生する恐れがあるため、その場合にはキュリー温度の差を50℃以下にするか、制御層の磁気異方性 $K_u2$ を向上させるなどの調整をしなければならない。しかしながら、実際には、このような、磁気異方性の向上は、キュリー温度の向上に結びつきやすく難しいものである。

#### 【0082】

これに対し、本発明構成によれば、このような調整が不要となり、媒体の設計が容易となるものである。

#### 【0083】

図35に、上述した本発明の実施例での評価条件でのランドおよびグループにおける線記録密度依存性のデータを曲線34および35として示す。

本発明の媒体を用いれば、90 nm/bit程度の非常に高い線記録密度においても、十分小さいビットエラーレートをランドおよびグループの双方で得ることができた。

#### 【0084】

##### 【発明の効果】

上述したように、本発明による光磁気記録媒体、そしてこれを用いた、磁壁移動検出による再生方法においては、従来通常の記録再生層の3層構造による場合におけるゴーストの解消を図ることができ、また、4層構造による場合においても、その膜構成と特性の特定、すなわち第1の磁性層（再生層、磁壁移動層）、第2の磁性層（制御層）、第3の磁性層（遮断層）および第4の磁性層（記録層）のそれぞれのキュリー温度を、 $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  および  $T_{c4}$  とするとき、 $T_{c1} > T_{c3} > T_{c2}$ 、 $T_{c4} > T_{c3}$  とし、かつ第2の磁性層の磁気異方性を $K_{u2}$  とし、第3の磁性層の磁気異方性を $K_{u3}$  とするとき、 $K_{u3} > K_{u2}$  とすることによって、高線記録密度すなわち記録磁区の微小化によっても、

ドロップアウト、ゴースト信号の発生を効果的に回避でき、しかも光磁気記録媒体の設計の容易化を図ることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

A は、本発明による光磁気記録媒体の一例の模式的断面図である。

B は、A 図の記録再生層の模式的断面図である。

【図 2】

磁壁移動検出方式の動作説明の要部の一磁化状態を示す図と温度分布図である。

【図 3】

磁壁移動検出方式の動作説明の要部の一磁化状態を示す図である。

【図 4】

磁壁移動検出方式の動作説明の要部の一磁化状態を示す図である。

【図 5】

磁壁移動検出方式の動作説明の要部の一磁化状態を示す図である。

【図 6】

磁壁移動検出方式の動作説明の要部の一磁化状態を示す図である。

【図 7】

本発明の説明に供する記録再生層が 3 層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

【図 8】

本発明の説明に供する記録再生層が 3 層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

【図 9】

本発明の説明に供する記録再生層が 3 層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

【図 10】

本発明の説明に供する記録再生層が 3 層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 11】

本発明の説明に供する記録再生層が3層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 12】

本発明の説明に供する記録再生層が3層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 13】

本発明の説明に供する記録再生層が3層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 14】

本発明の説明に供する記録再生層が3層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 15】

本発明の説明に供する記録再生層が3層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 16】

ゴースト発生を示す信号出力図である。

## 【図 17】

本発明の説明に供する記録再生層が4層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 18】

本発明の説明に供する記録再生層が4層構造による光磁気記録媒体におけるゴースト発生の説明のための要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 19】

微小磁区の再生不能の現象の説明に供する要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 20】

微小磁区の再生不能の現象の説明に供する要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 21】

微小磁区の再生不能の現象の説明に供する要部の一磁化状態を示す図である。



## 【図 2 2】

微小磁区の再生不能の現象の説明に供する要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 2 3】

微小磁区の再生不能の現象の説明に供する要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 2 4】

ドロップアウト発生の説明図である。

## 【図 2 5】

ゴースト発生とマーク長の関係の説明に供する要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 2 6】

ゴースト発生とマーク長の関係の説明に供する要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 2 7】

本発明による記録再生層が 4 層構造による光磁気記録媒体の再生における要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 2 8】

本発明による記録再生層が 4 層構造による光磁気記録媒体の再生における要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 2 9】

本発明による記録再生層が 4 層構造による光磁気記録媒体の再生における要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 3 0】

本発明による記録再生層が 4 層構造による光磁気記録媒体の再生における要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 3 1】

本発明と対比する記録再生層が 4 層構造による光磁気記録媒体の再生における要部の一磁化状態を示す図である。

## 【図 3 2】

本発明による光磁気記録媒体の一例の概略断面図である。

**【図 3 3】**

本発明による光磁気記録媒体の第 2 および第 3 の磁性層の保磁力の温度特性曲線図である。

**【図 3 4】**

本発明による光磁気記録媒体の一例におけるレーザスポット走行方向の温度分布を示す図である。

**【図 3 5】**

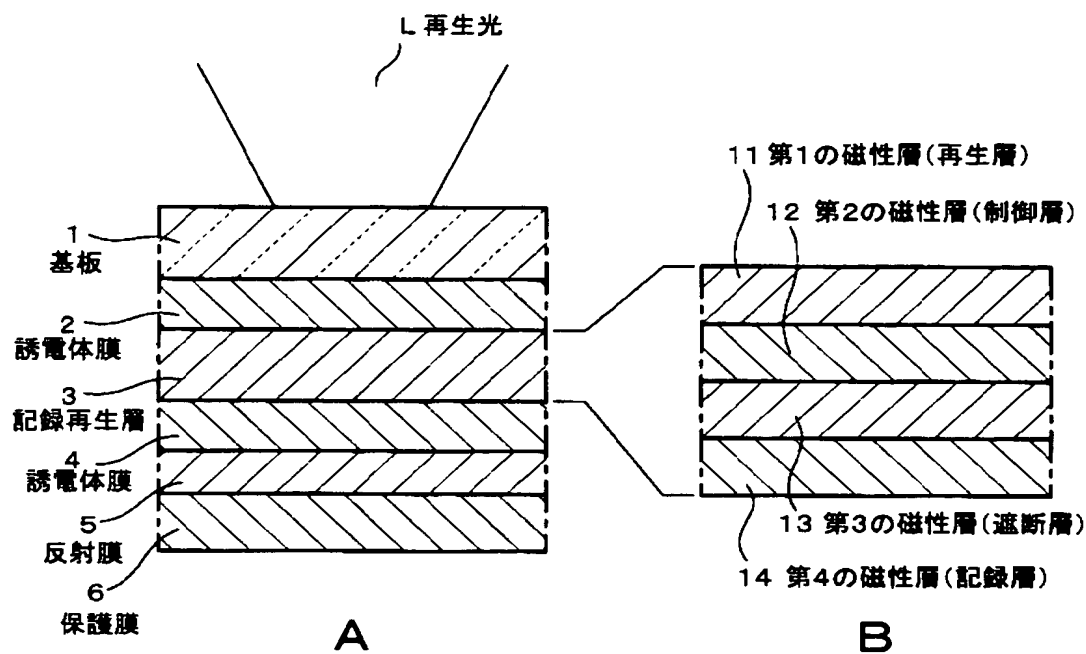
本発明による光磁気記録媒体の一例のランドおよびグループにおける線記録密度依存性を示す図である。

**【符号の説明】**

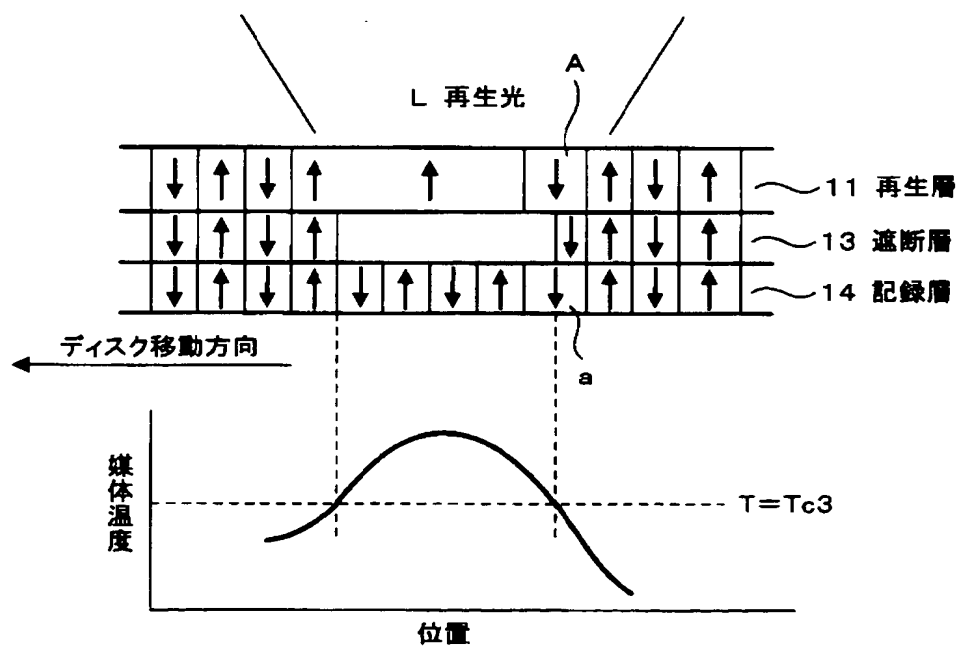
1・・・基板、2, 4・・・誘電体膜、3・・・記録再生膜、5・・・反射膜、6・・・保護膜、11・・・第 1 の磁性層（再生層）、12・・・第 2 の磁性層（制御層）、13・・・第 3 の磁性層（遮断層）、14・・・第 4 の磁性層（記録層）

【書類名】 図面

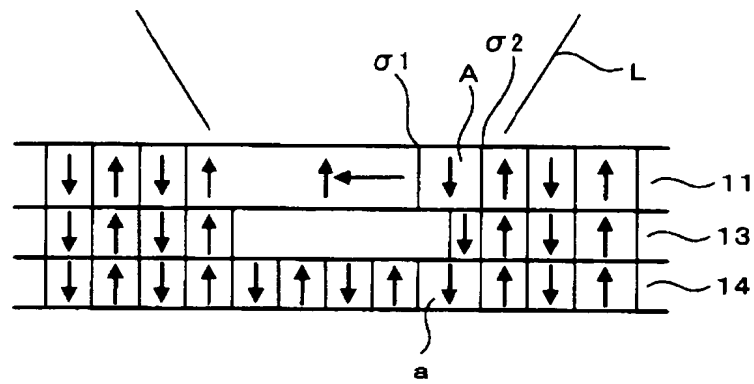
【図1】



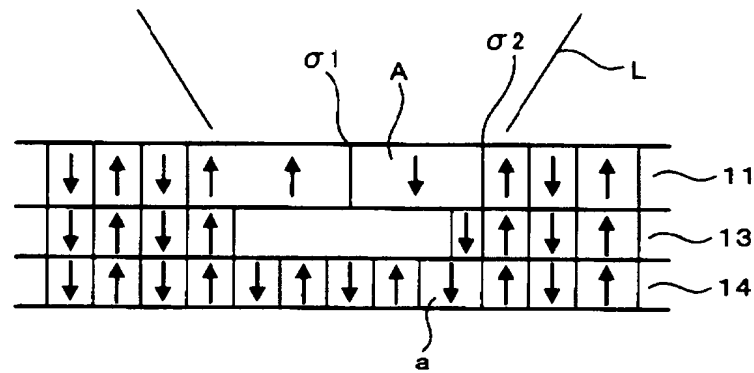
【図2】



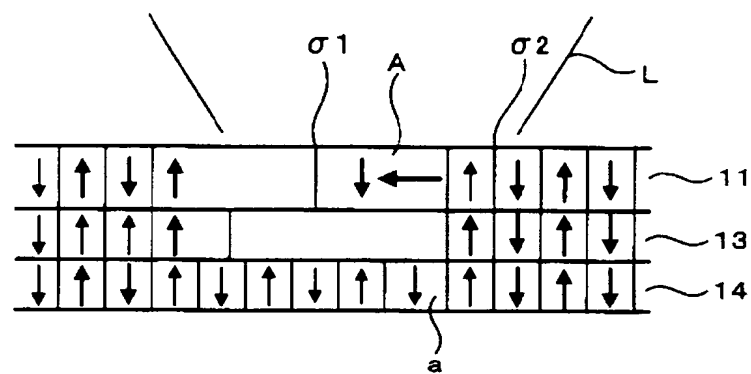
【図 3】



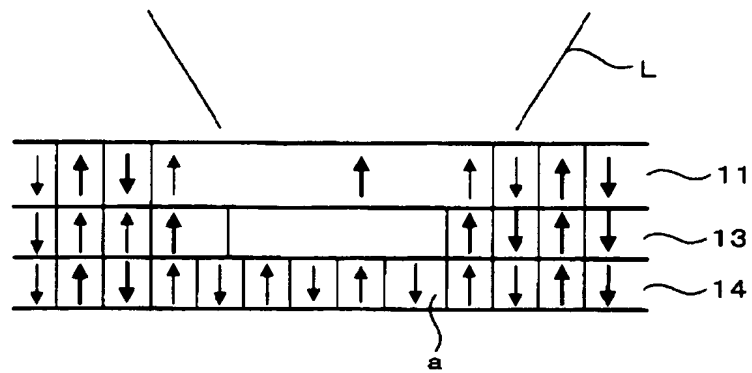
【図 4】



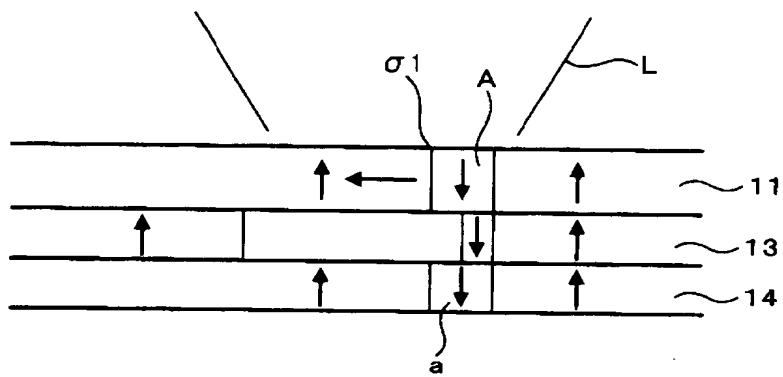
【図 5】



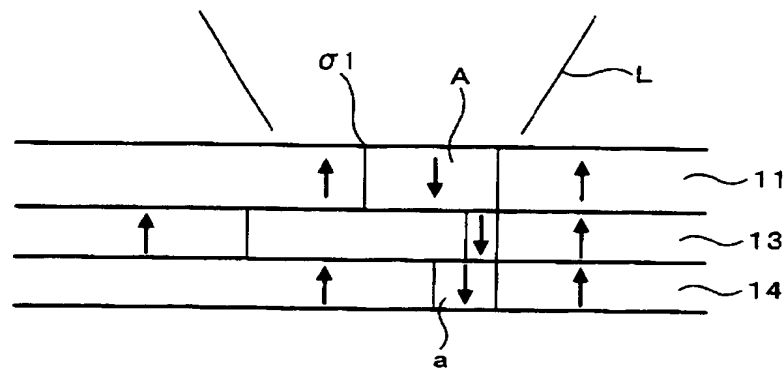
【図 6】



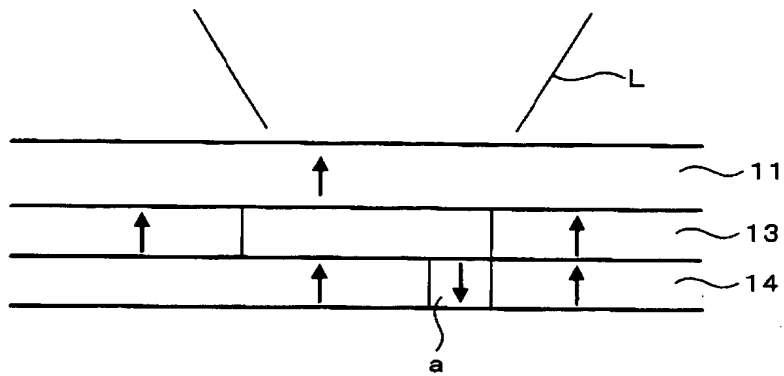
【図 7】



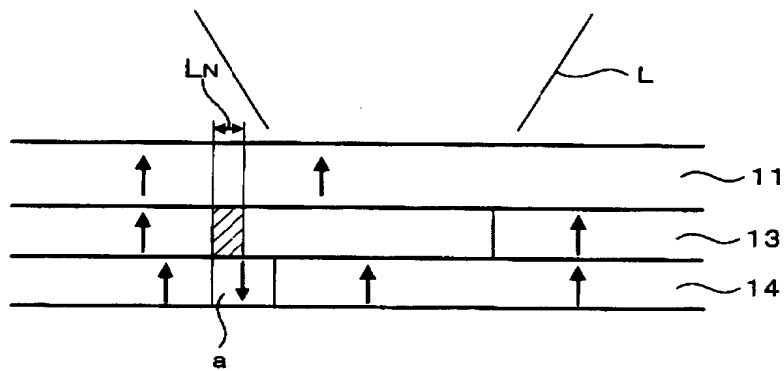
【図 8】



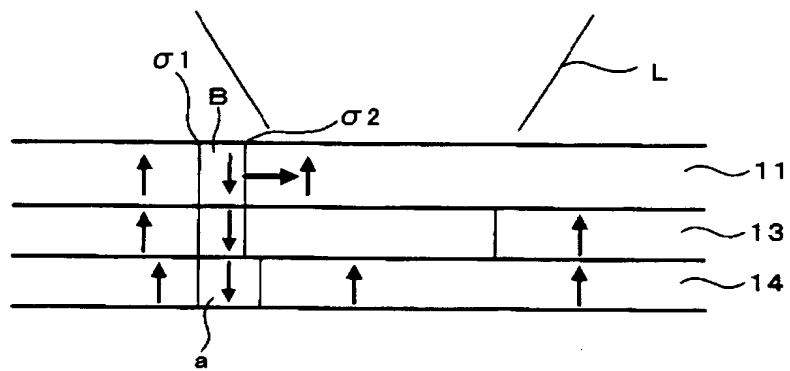
【図 9】



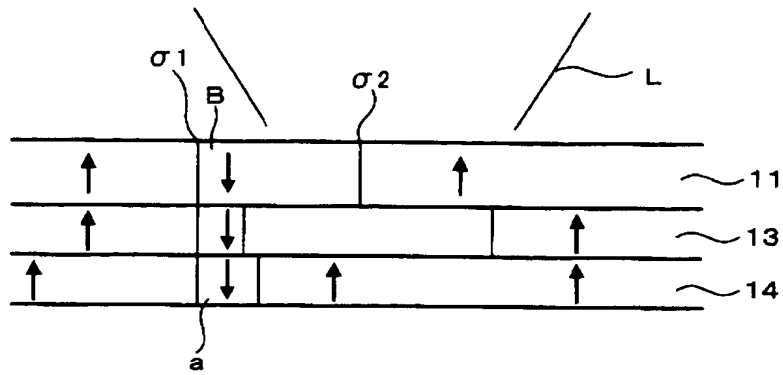
【図 10】



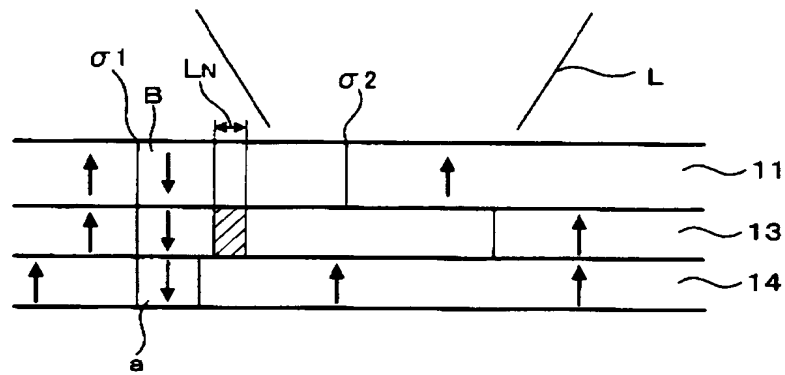
【図 11】



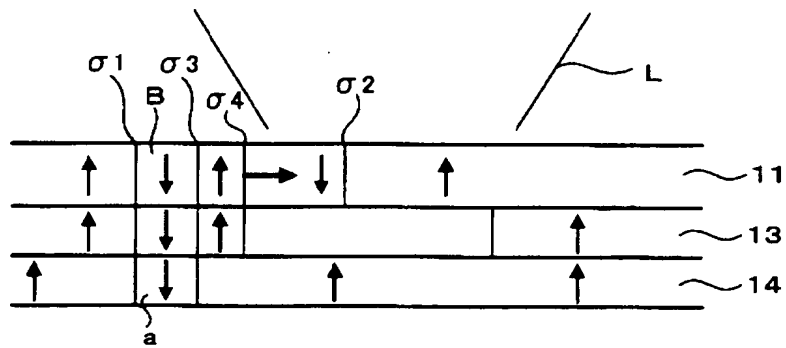
【図 12】



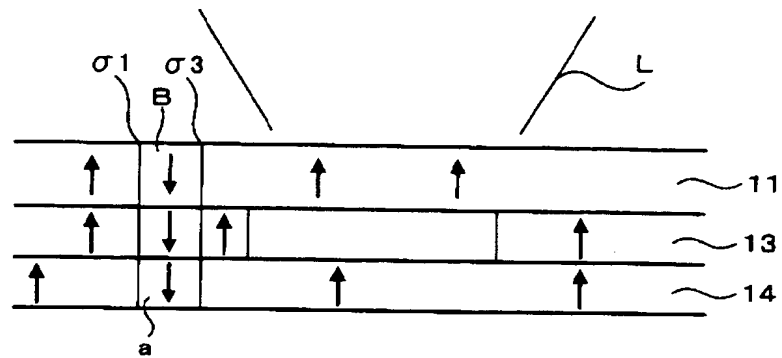
【図 13】



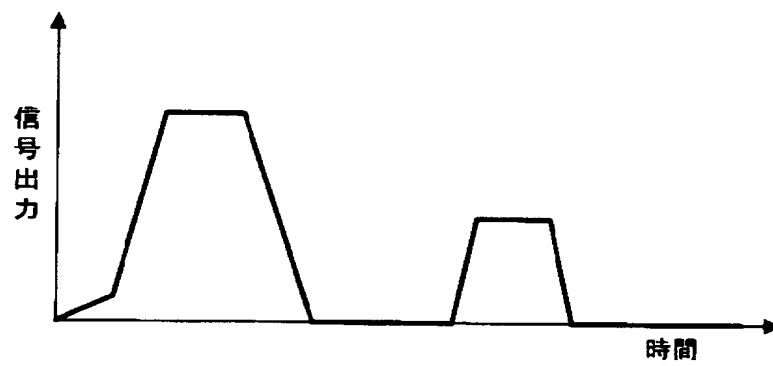
【図 14】



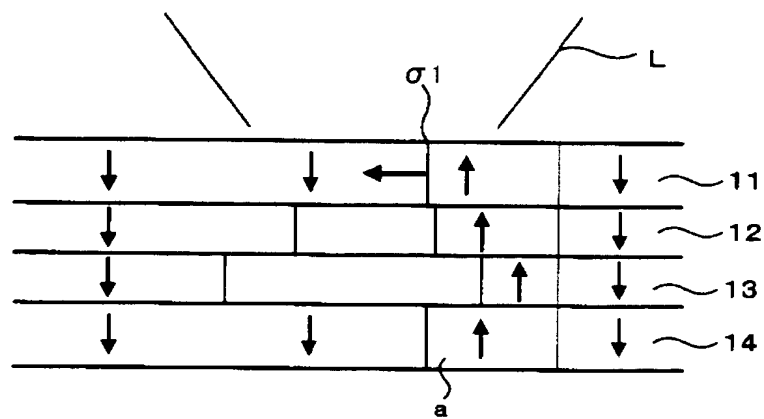
【図 15】



【図 16】

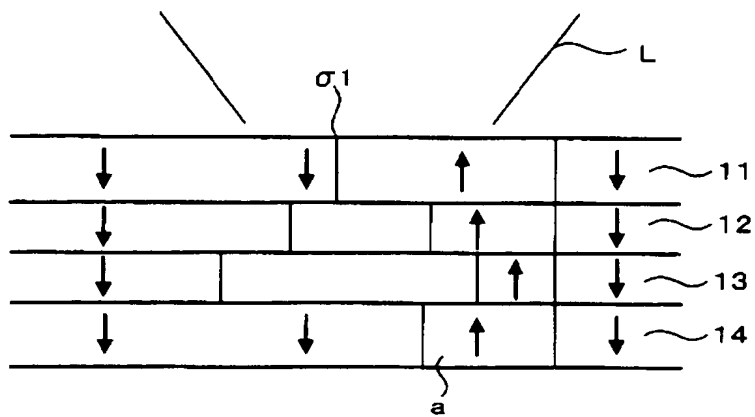


【図 17】

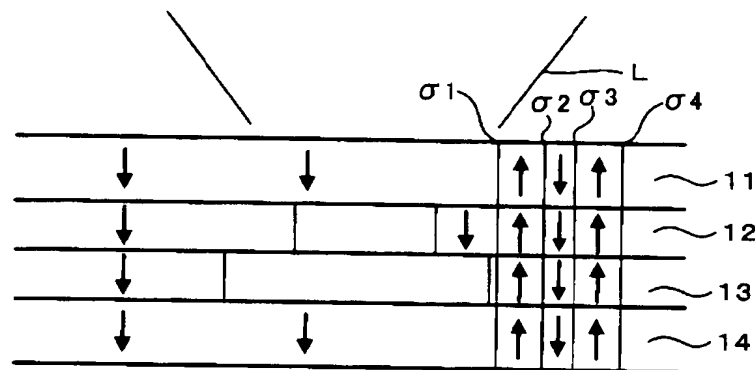




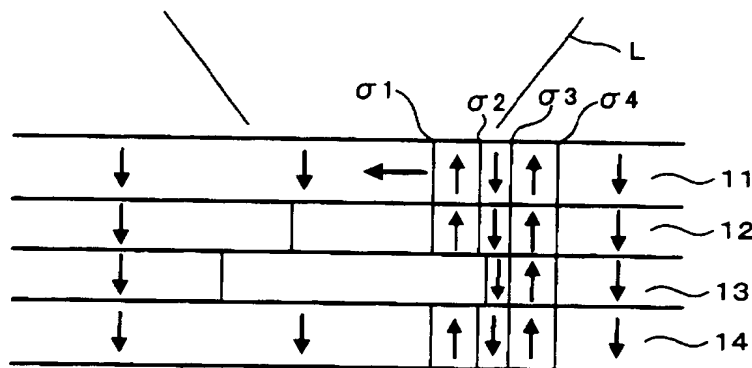
【図 18】



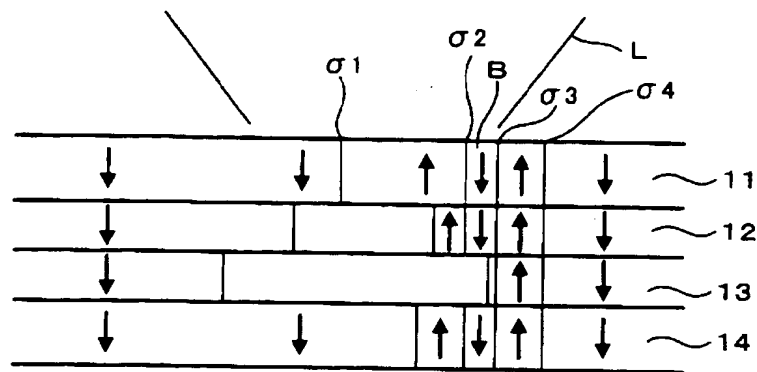
【図 19】



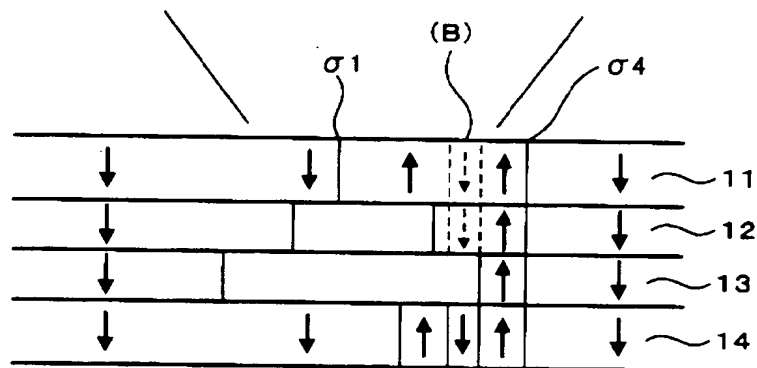
【図 20】



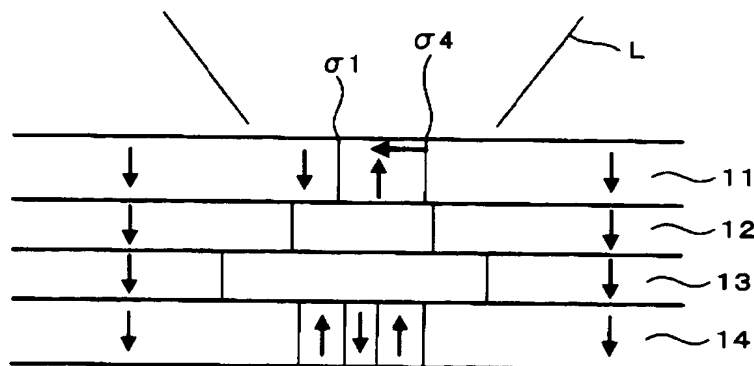
【図 2 1】



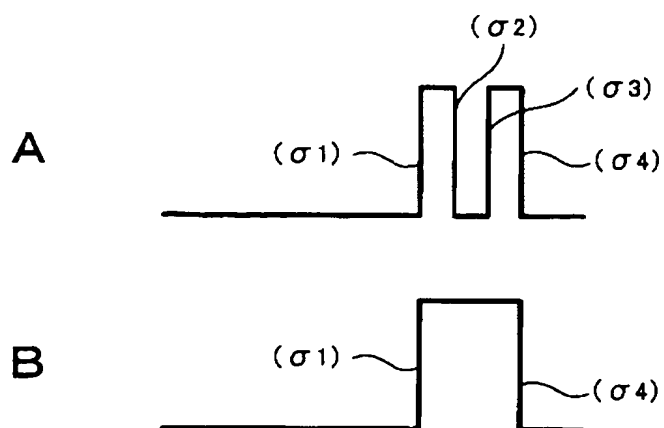
【図 2 2】



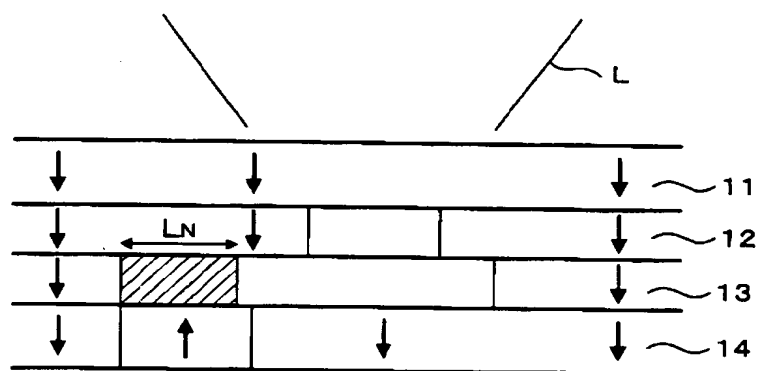
【図 2 3】



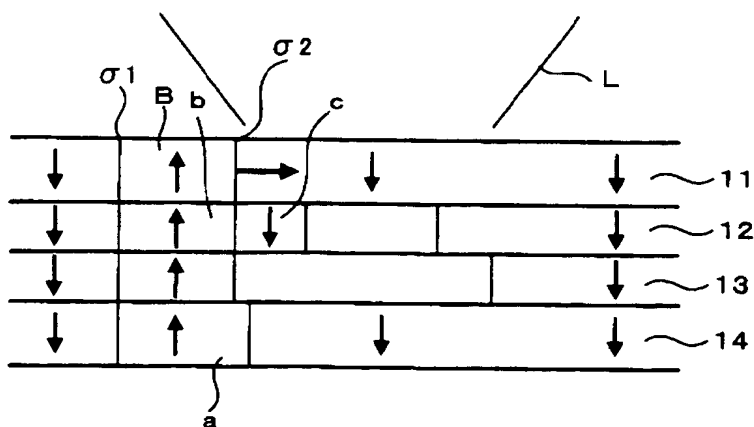
【図 24】



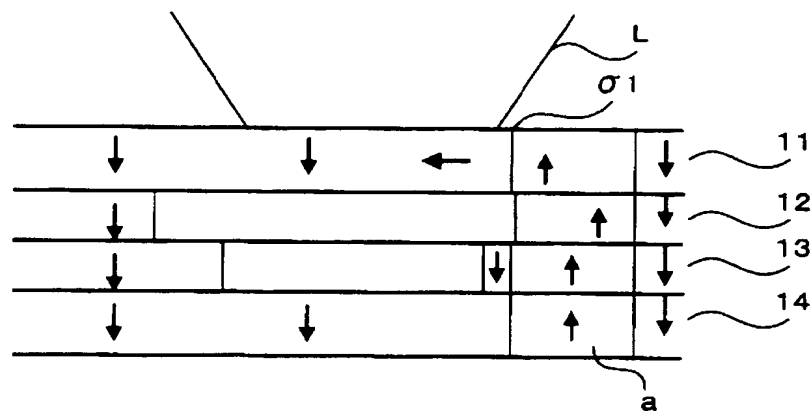
【図 25】



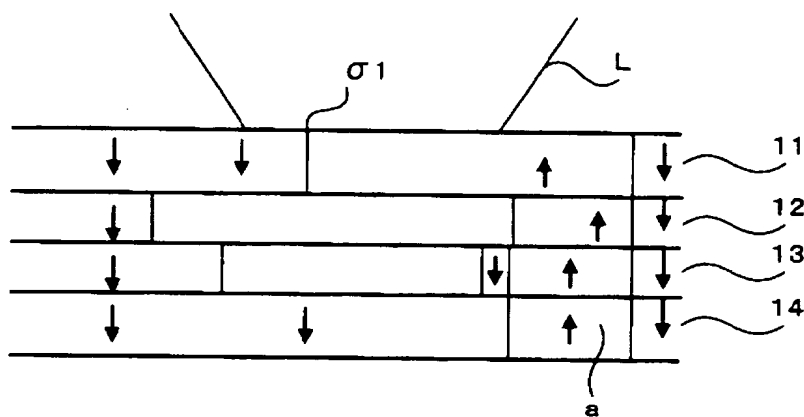
【図 26】



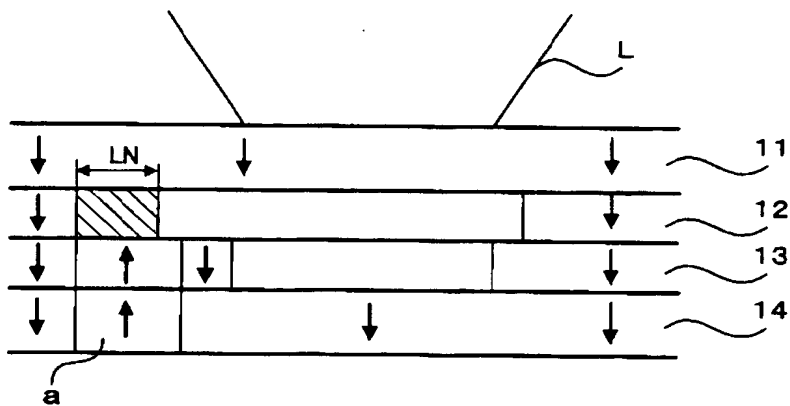
【図 27】



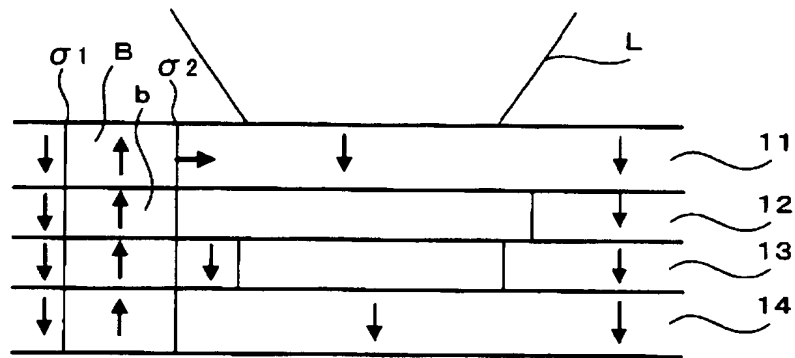
【図 28】



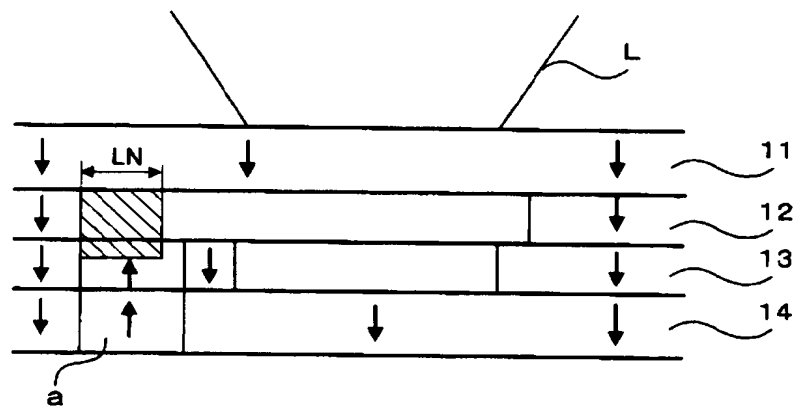
【図 29】



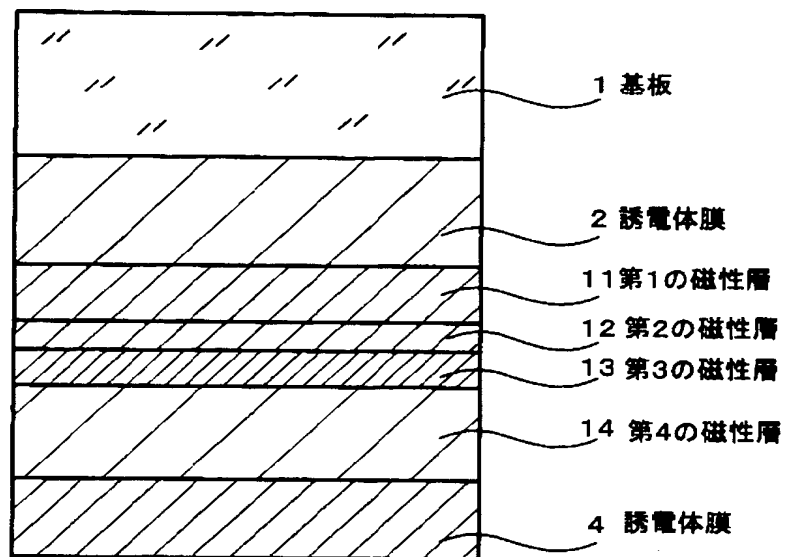
【図 30】



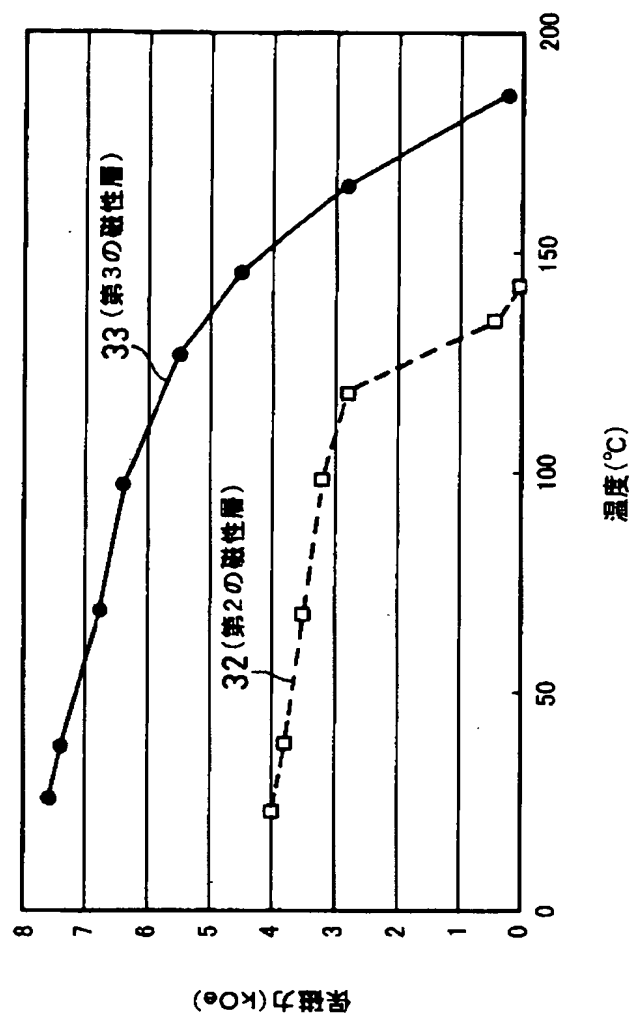
【図 31】



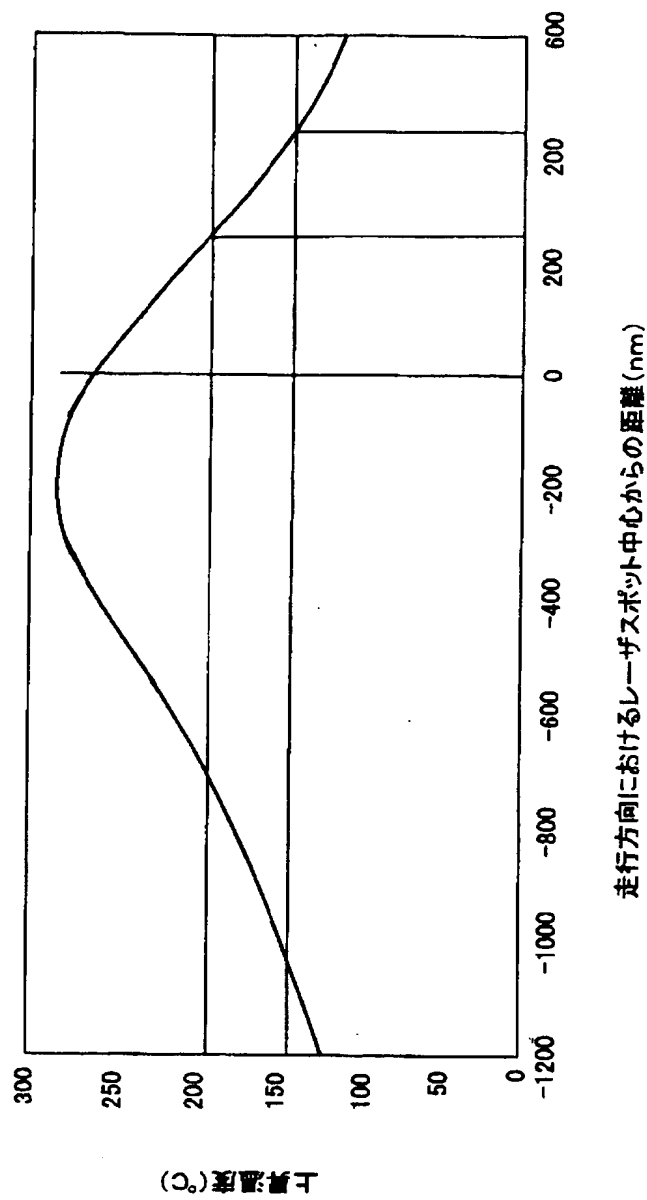
【図 32】



【図 33】

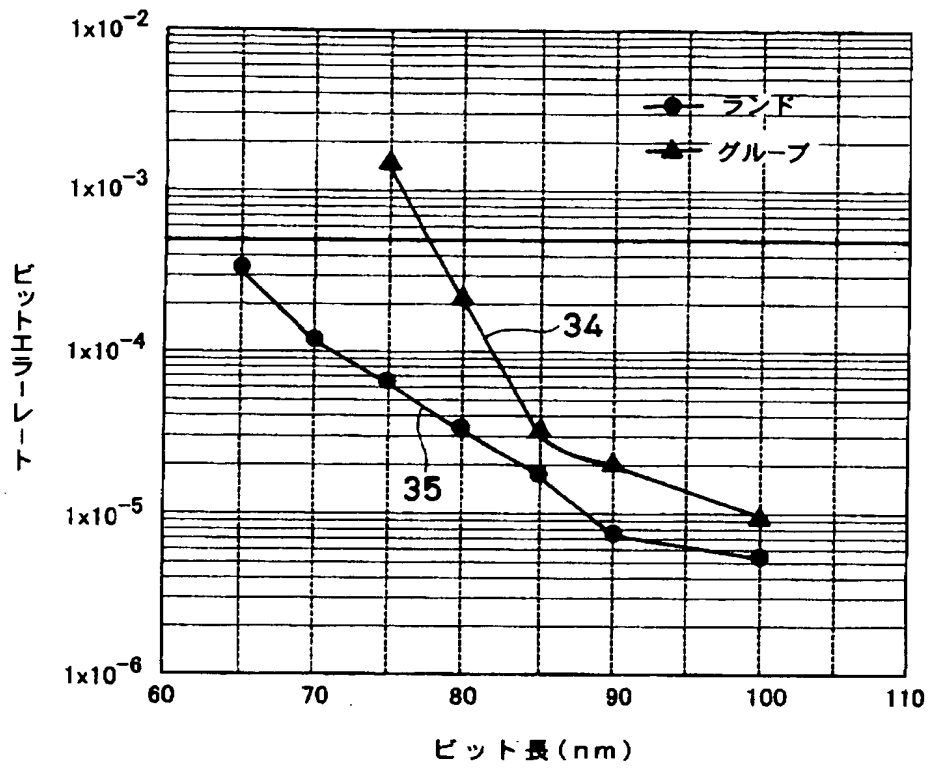


【図 3 4】





【図 35】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 磁壁移動検出方式による光磁気記録媒体において、その再生に当たりゴースト信号の発生の回避と共に、ドロップアウトの改善を図ることができるようにし、更に磁性層の設計の容易化を図るものである。

【解決手段】 再生用レーザ光の入射側から、少なくとも再生層を構成する第1の磁性層11と、制御層を構成する第2の磁性層12と、遮断層を構成する第3の磁性層13と、記録層を構成する第4の磁性層14とを有し、それぞれのキュリー温度を、 $T_{c1}$ 、 $T_{c2}$ 、 $T_{c3}$  および  $T_{c4}$  とするとき、

$$T_{c1} > T_{c3} > T_{c2},$$

$$T_{c4} > T_{c3}$$

なる関係を満たす構成とする。

同時に、第2の磁性層の磁気異方性を  $K_{u2}$  とし、第3の磁性層の磁気異方性を  $K_{u3}$  とするとき、

$$K_{u3} > K_{u2}$$

なる関係を満たす構成とする。

そして、第1の磁性層11は、その磁壁が、再生光の照射スポットの光記録媒体に対する走行方向の前方において、再生光の照射によって再生光スポットの中心近傍に生じる温度上昇部のピーク部に向かって移動して記録磁区が拡大されると共に、再生光スポットの走行方向の後方において第1の磁性層11の磁壁のスポット方向の移動が抑制され、第2の磁性層12および第3の磁性層13は、第1の磁性層11と第4の磁性層14との磁気交換結合を制御する構成とするものである。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 2 2 6 4 3
受付番号	5 0 3 0 0 1 5 0 4 0 5
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 1 月 3 1 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000002185
【住所又は居所】	東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
【氏名又は名称】	ソニー株式会社

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100122884
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 1 丁目 8 番 1 号 新宿ビル 信友国際特許事務所
【氏名又は名称】	角田 芳末

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100113516
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 1 丁目 8 番 1 号 新宿ビル 松隈特許事務所
【氏名又は名称】	磯山 弘信

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 2 2 6 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 8 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社